

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Інфокомунікацій _____
(повна назва)

Кафедра _____ Інформаційно-вимірювальних технологій _____
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

Розробка та впровадження системи управління якістю
при виробництві пластмас

Виконав:

студент 2 курсу, групи ЗЯ_м-22-1

Ковалевський Д.В.

(прізвище, ініціали)

Спеціальність 152 Метрологія та
інформаційно-вимірювальна техніка

(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Забезпечення якості

(повна назва освітньої програми)

Керівник доц. Козлов Ю.В.

(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри

(підпис)

Захаров І.П.

(прізвище, ініціали)

2023 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Інфокомунікацій _____
Кафедра _____ Інформаційно-вимірювальних технологій _____
Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____
Спеціальність _____ 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка _____
(код і повна назва)
Тип програми _____ освітньо-професійна _____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)
Освітня програма _____ Забезпечення якості _____
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)

« _____ » _____ 20 ____ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентки _____ Ковалевському Денису Володимировичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Розробка та впровадження системи управління якістю при виробництві пластмас _____

затверджена наказом університету від 03.11.2023 р. № 1294Ст _____

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 10.01. 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____

4.1 Призначення, сфера застосування та класифікація пластмас

4.2 Технологія виробництва пластмас

4.3 Властивості пластмас

4.4 Оцінювання якості виробів із пластмаси

4.5 Підвищення якості виробів із пластмаси

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п.5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри) _____

5.1 Презентація

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	доц. Козлов Ю.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз сучасного стану проблеми та методів її вирішення	15.11.2023	
2	Підготовка довідкових матеріалів та даних для розробки основної частини	19.11.2023	
3	Розробка основної частини	03.12.2023	
6	Написання пояснювальної записки	06.12.2023	
7	Підготовка презентації	03.01.2024	
8	Представлення закінченої дипломої роботи на кафедрі	07.01.2024	

Дата видачі завдання _____ 2023 р.

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____ доц. Козлов Ю.В.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до магістерської кваліфікаційної роботи містить 71 сторінку, 13 рисунків, 3 таблиці, перелік посилань з 18 назв.

Об'єкт дослідження – система управління якістю при виробництві пластмас.

Метою кваліфікаційної роботи є аналіз якісної та кількісної оцінки рівня якості пластмаси, дослідження призначення, основних видів, сфер застосування, а також технології отримання пластмас.

Одним з найпоширеніших штучних, відсутніх у природі і тому одержуваних у процесі хімічної обробки матеріалів є полімери, пластмаси, поява яких відноситься до 20 століття. Їх поширеність застосування обумовлена рядом їх специфічних властивостей, таких як мала щільність при задовільній технологічній міцності, висока хімічна та корозійна стійкість, хороші електроізоляційні властивості та інше.

Їх широке застосування в машинобудуванні, промисловості дозволяє економити витрату дорогих кольорових металів, знижувати масу виробів, підвищувати їхню довговічність, однак водночас накладає вимоги до забезпечення високої якості виробів з пластмас. Тож тема кваліфікаційної роботи є актуальною

У кваліфікаційній роботі було обрано номенклатуру показників якості, метод визначення, метод оцінки якості пластмас, базовий показник, після чого проведена кількісна оцінка показників якості виробу із пластмаси. розглянуті фактори, які негативно позначаються на якості пластмас, визначені заходи щодо підвищення якості пластмаси.

Методи дослідження – аналітичні та чисельні.

КВАЛІМЕТРІЯ, ПЛАСТМАСИ, ПОКАЗНИК ЯКОСТІ, ПОЛІМЕРИ

ABSTRACT

The explanatory note to the master's qualification thesis contains 71 pages, 13 figures, 3 tables, a list of references from 18 titles.

The object of research is the quality management system in the production of plastics.

The purpose of the qualification work is the analysis of the qualitative and quantitative assessment of the level of quality of plastics, the study of purpose, main types, areas of application, as well as the technology of obtaining plastics.

One of the most common artificial materials that do not exist in nature and are therefore obtained in the process of chemical processing are polymers and plastics, the appearance of which dates back to the 20th century. Their widespread use is due to a number of their specific properties, such as low density with satisfactory technological strength, high chemical and corrosion resistance, good electrical insulation properties, and others.

Their wide application in machine building and industry allows saving the consumption of expensive non-ferrous metals, reducing the mass of products, increasing their durability, but at the same time imposes requirements for ensuring high quality of plastic products. Therefore, the topic of qualification work is relevant

In the qualification work, a nomenclature of quality indicators, a method of determination, a method of assessing the quality of plastics, a basic indicator were selected, after which a quantitative assessment of the quality indicators of the plastic product was carried out. factors that negatively affect the quality of plastics are considered, measures to improve the quality of plastics are determined.

Research methods are analytical and numerical.

QUALIMETRY, PLASTICS, QUALITY INDEX, POLYMERS

ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки.....	7
Вступ.....	8
1 Призначення, сфера застосування та класифікація пластмас.....	10
1.1 Область застосування пластмас.....	11
1.2 Класифікація пластмас.....	12
2 Технологія виробництва пластмас.....	16
3 Властивості пластмас.....	22
3.1 Функціональні властивості.....	22
3.2 Ергономічні властивості	30
3.3 Надійність полімерних матеріалів.....	34
4 Оцінювання якості виробів із пластмаси.....	36
4.1 Розпізнавання виду пластмас	38
4.2 Вибір номенклатури показників якості пластмаси.....	40
4.3 Методи визначення показників якості пластмаси.....	40
4.4 Методи оцінки якості виробів із пластмаси.....	44
4.5 Вибір базових показників якості.....	45
4.6 Кількісна оцінка показників якості пластмаси.....	47
4.7 Оцінка рівня якості продукції.....	50
5 Підвищення якості виробів із пластмаси виготовлених методом лиття під тиском.....	53
5.1 Дефекти лиття часто спричинені проблемами технологічного процесу.....	53
5.2 Дефекти, пов'язані з використанням або зберіганням матеріалів....	58
5.3 Дефекти, викликані поганим дизайном або технічним обслуговуванням.....	60
Висновки.....	63
Список використаних джерел.....	65
Додаток А. Відмінні ознаки пластмас і виробів з них.....	67

Додаток Б. Відмінні ознаки пластмас при підпалюванні.....	70
Додаток В. Відомість кваліфікаційної роботи.....	71

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

УЯП - управління якістю продукції

ОПЯ - одиничний показник якості.

КПЯ - комплексний показник якості

ІПЯ - інтегральний показник якості

ТПА – термопластавтомат

МВ - механічні властивості

ВСТУП

В даний час у нашому розпорядженні є широка палітра настільки різних синтетичних речовин, що самі фахівці навряд чи можуть охопити все її різноманіття. Почалася " ера " штучних органічних матеріалів, які почали називати пластмасами, власне, лише у другій половині ХХ століття.

У ринкових умовах сучасної економіки конкурентоспроможність виробу одна із важливих чинників, тому необхідно, щоб продукція відповідала всім стандартам.

Пластичні маси (пластмаси, пластики) – це матеріали на основі полімерів, які при переробці стають пластичними, що дозволяє відформувати виріб. Сучасна техніка вимагає дедалі більш складних конфігурацій виробів та конструкційних матеріалів. Полімерні матеріали здатні вирішити багато проблем у цьому напрямі. В даний час спостерігається бум на виробництво та споживання пластмасових виробів, що обумовлено високими властивостями пластмас як конструкційних матеріалів. Вони за багатьма показниками перевершують метали та інші конструкційні матеріали. Пластмаси можуть бути жорсткими та м'якими, щільними та легкими. Більшість пластмас значно перевершують сталь та ряд інших металів за стійкістю до атмосферної корозії та до впливу різних кислот, лугів, солей, розчинників. Дуже важливими перевагами пластмас є доступність сировини та простота переробки.

Широке застосування пластмас в промисловості дозволяє економити витрату дорогих кольорових металів, знижувати масу виробів, підвищувати їхню довговічність і водночас накладає вимоги до забезпечення високої якості виробів з пластмас.

Таким чином, об'єктом оцінки якості у цій роботі буде пластмаса, бо це один з найпоширеніших штучних, відсутніх у природі і тому одержуваних у процесі хімічної обробки матеріалів.

В процесі виконання кваліфікаційної роботи необхідно зробити такі дослідження:

- проаналізувати класифікацію, технологію виробництва пластмас,
- дослідити існуючі методи оцінки якості,
- запропонувати показники якості виробів із пластмас,
- дати кількісну характеристику запропонованим показникам якості пластмаси.
- визначити чинники, які призводять до зниження якості виробів із пластмас
- запропонувати заходи щодо підвищення якості пластмаси.

1. ПРИЗНАЧЕННЯ, СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ПЛАСТМАС

Серед нових конструкційних матеріалів важливе місце належить пластичним масам (пластмасам) та синтетичним смолам. Пластичними масами називають неметалеві матеріали, одержувані, з використанням природних і синтетичних полімерів.

Виробництво машин не обходиться без використання пластмас та гум. Вони є як заміниками дефіцитних кольорових металів, так і матеріалами з особливими властивостями, для яких не завжди можна знайти заміну. Цим пояснюється широке використання пластмас для виготовлення величезної номенклатури деталей машин. Застосування пластмас підвищує якість машин та обладнання за рахунок зниження їх маси, покращує зовнішній вигляд, дозволяє економити кольорові та чорні метали. Особливо ефективна заміна пластмасами кольорових металів (свинцю, міді, цинку, латуні, бронзи) та легованих сталей. Застосування, наприклад, 1 т епоксидної смоли в електротехніці дає економію понад 4 т міді.

Вихідними матеріалами отримання пластмас служать дешеві природні речовини: продукти переробки кам'яного вугілля, нафти, газу і т. д. На виробництво пластмас потрібно набагато менше капітальних вкладень, ніж отримання кольорових металів.

Основою пластичних мас є смоли – високомолекулярні сполуки органічного походження. Смоли у чистому вигляді використовуються рідше.

Якщо в XIX столітті пластмаси замінювали лише дорогі та рідкісні матеріали - слонову кістку, бурштин, перламутр, то на початку нашого століття їх почали використовувати замість дерева, металу, порцеляни. Наразі пластмаси не можна назвати "замінниками". Багато сучасних пластмас перевершують за своїми властивостями більшість природних матеріалів. Багато хто з них має такі цінні якості, що у них немає аналогів у природі. Виробництво пластмас розвивається значно швидше, ніж виробництво

металів.

1.1 Область застосування пластмас

Близько двох третин всього світового виробництва пластмас складають масові продукти: поліетилен, полівінілхлорид та полістирол. Основні сфери їх застосування - це будівництво, медицина, упаковка, машинобудування, електротехніка, транспорт. Причиною їх поширення служать головним чином щодо низька вартість і легкість переробки й у другу чергу властивості, які значною мірою поступаються властивостям дорожчих спеціальних речовин.

Все більшого значення набувають пластмаси у будівництві трубопроводів, оскільки в цьому випадку не виникає проблем корозії. Посилені скловолокном трубопроводи придатні для доставки газів під тиском 15 бар та транспортування хімічних речовин, здатних викликати корозію. Для цих цілей застосовують полівінілхлорид, поліефіри, полібутилен, поліетилен та поліпропілен. Найбільшу питому вагу у будівництві займають полімерні матеріали виготовлення підлог. Дуже широко як тепло-і звукоізоляційні матеріали будівельники застосовують пінопласти (пінополістирол, піноуретан та ін.). Зростають масштаби використання пластмас як покрівельний матеріал. Значна частина всіх пластмас, що споживаються в будівництві, йде для виробництва сантехніки (труби з поліетилену, склопластикові ванни і т.д.). Все частіше застосовують оздоблювальні пластмаси, різні модифікації полістиролу.

Пластмаси широко використовуються в спортивній індустрії, наприклад, їх застосовують у такому виді спорту, як стрибки з жердиною: із пластмас виготовляють самі жердини, а також мати, які оберігають спортсменів від травм під час падіння. В даний час виключно з пластмас виготовляється спортивне взуття всіх видів, а також пластмаси використовуються для виготовлення спортивного інвентарю. Пластмаси використовуються для оформлення спортивних майданчиків та стадіонів.

Існують матеріали – замітники трави, які пройшли випробування на тенісних кортах та величезних стадіонах. На перший погляд, їх не відрізнити від справжнього газону, а за зносостійкістю вони значно перевершують його. Синтетичні трави водонепроникні, стійкі до спеки і до холоду, не витоптуються і не гниють.

Все більше застосування в медицині знаходять різні полімерні матеріали: каучуки та гума, смоли, пластичні маси. На основі досягнень хімії високомолекулярних сполук можна отримати матеріали із задалегідь заданими властивостями, якими не можуть мати природні сполуки. Отримання синтетичних полімерних виробів з мономерів здійснюється із застосуванням поліконденсації та полімеризації.

1.2 Класифікація пластмас

Класифікація високомолекулярних сполук може здійснюватися за різними ознаками, знання яких дозволяє отримати найцінніші відомості про структуру та основні властивості таких сполук та композицій, отриманих на їх основі.

Пластмаси розрізняються:

За будовою макромолекул:

- лінійні,
- розгалужені,
- сітчасті просторові.

У *лінійних* полімерів макромолекули є довгими зигзагоподібними ланцюгами завдовжки до 0,127 мм.

Розгалужені пластмаси складаються з макромолекул з бічними відгалуженнями, число і довжина яких можуть змінюватись у широких межах.

Сітчасті пластмаси побудовані з довгих ланцюгів, з'єднаних один з одним у тривимірну сітку поперечними хімічними зв'язками та .

Слід зазначити, що будь-який полімер неоднорідний по молекулярній

масі, тобто поряд з дуже великими молекулами полімеру можуть бути і молекули середніх і малих розмірів.



Рисунок 1.1 – Класифікація пластмас

За способом отримання та виготовлення:

- полімеризацією
- поліконденсацією

При *полімеризації* молекули мономеру з'єднуються між собою в довгі ланцюгові молекули без виділення побічних продуктів, Наприклад, етилен

(мономер) під впливом високої температури і тиску перетворюється на поліетилен (полімер), молекули якого складаються з залишків мономеру, що багаторазово повторювалися. Якщо полімеризуються два або більше мономерів різної будови, то цей процес називається кополімеризація.

Принципово відрізняється від полімеризації процес отримання полімерів *поліконденсацією*, при якому з'єднання молекул однакової або різної будови супроводжується виділенням найпростіших низькомолекулярних продуктів. Наприклад, при поліконденсації дикарбонових кислот із діамінами виходять поліаміди.

. По відношенню до нагрівання:

- термопластичні (термопласти)
- термореактивні (реактопласти)

Термопласти при нагріванні до певної температури не зазнають корінних хімічних змін. Вони можуть нагріватися у вказаному інтервалі температур, а потім повертатися у вихідний стан. Молекули термопластів зазвичай мають лінійну структуру. До групи термопластів входять поліетилен, поліпропілен, поліаміди, поліметилметакрилат. Першим термопластом, що знайшов широке застосування, був целулоїд-штучний полімер, отриманий шляхом переробки природного целюлози.

Реактопласти під впливом температури зазнають незворотних змін у результаті з'єднання макромолекул один з одним поперечними хімічними зв'язками з утворенням тривимірних (просторових) сіток.

Вироби з реактопластів при нагріванні не розм'якшуються і не можуть повторно перероблятися. До реактопластів відносять фенолформальдегідні смоли, амінопласти, епоксидні смоли, поліуретани. За способом виробництва сполучного пластмаси поділяються на пластмаси, одержувані методом ланцюгової полімеризації (співполімеризації) та поліконденсації.

За агрегатним станом:

Полімерні речовини можуть перебувати тільки в твердому та рідкому (точніше в'язкотекучому) станах і не можуть бути переведені в газоподібний

стан. Пластмаси можуть бути як в аморфному, так і в кристалічному станах. Якщо макромолекули переплутані і мають певної орієнтації, полімер перебуває у аморфному стані. На ділянках, де спостерігається спрямованість макромолекул, вони знаходяться у кристалічному стані. Багато пластмас ні за яких обставин не виявляють схильності до кристалізації. Кристалічні ж пластмаси не бувають повністю закристалізовані, зазвичай вони містять і аморфну фазу.

За видом наповнювача розрізняють такі групи пластмас:

- ненаповнені (з урахуванням чистих смол без наповнювачів);
- композиційні (містять різні наповнювачі): газонаповнені, шаруваті пластики, порошкоподібні.

Композиційні пластмаси крім сполучного містять наповнювач та інші добавки. Залежно від виду наповнювача їх випускають у вигляді преспорошків, волокнистих, шаруватих та газонаповнених пластмас. Преспорошки є сумішшю подрібненої смоли з різними наповнювачами. Залежно від виду волокнистого наповнювача пластмаси мають різні назви: волокнит, скловолокнит (зі скляного волокна), ас-боволокнит (із волокна азбесту), текстуроволокнит (з текстильних обрізків).

Шаруваті пластики виробляють просоченням термореактивною смолою деревного шпону, паперу, тканини та склотканини з подальшим пресуванням при підвищеній температурі.

Газонаповнені пластмаси отримують введенням пороутворювачів у сполучну з подальшою дією високої температури. Їх називають пінопластами чи поропластами. Пінопласти мають малу об'ємну масу і можуть бути з відкритими та закритими порами. Пінопласти виробляють на основі різних смол: феноло-альдегідних, полістиролу, поліуретану. Вид смоли, ступінь і характер пір визначають властивості газонаповнених пластмас.

По застосуванню пластмаси поділяють на:

- силові
- несилові

Таким чином, пластмаси є одним із розповсюдженіших конструкційних матеріалів у світі, вони можуть мати різні властивості в залежності від будови макромолекул, способу виготовлення або виду наповнювача

2. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ПЛАСТМАС

Полімерні матеріали, як говорилося, відрізняються технологічністю. Вони можуть перероблятися на вироби найрізноманітнішими методами. При цьому параметри переробки (температура та тиск) значно нижчі, ніж при переробці таких матеріалів, як метали, скло та кераміка. Спосіб обробки та її режим визначаються видом полімеру та типом одержуваного виробу.

Загальна схема виробництва пластмас включає традиційні процеси - дозування та приготування полімерної композиції, формування виробів та стабілізація їх форми та фізико-механічних властивостей (рисунок 2.1).

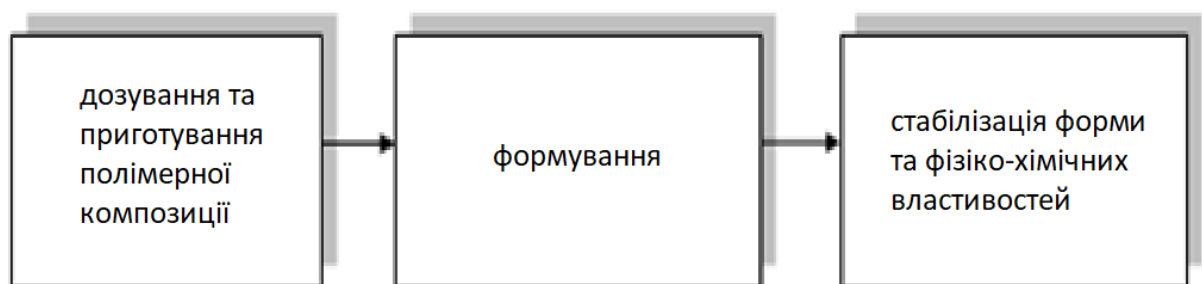


Рисунок 2.1- Загальна схема виробництва пластмас

Технологія виробництва пластмас є недорогим і швидким процесом, що дає можливість витіснити дорогі метали.

Приготування композицій виготовляють на змішувачах різних систем. Для перемішування сухих композицій зазвичай використовують турбулентні та шнекові змішувачі. Специфічним методом приготування полімерних композицій, що широко використовується, є вальцювання.

Вальцювання - операція, при якій маса перетирається в зазорі між валками, що обігріваються, що обертаються в протилежному напрямку (рис. 1). Вальцювання дозволяє поступово перемішати компоненти суміші. При багаторазовому пропусканні маси через валки полімер в результаті термомеханічних впливів перетворюється на пластично-в'язкий стан. Цей

процес називають пластикацією.

Залежно від температури вальцювання макрорадикали, що утворюються внаслідок механохімічних процесів, можуть дезактивуватися, що призведе до зниження молекулярної маси полімеру, або рекомбінуватися, даючи при цьому блок-і щеплені сополімери. Це широко використовується в технології переробки пластмас.

Екструдкування - перемішування маси в шнековому пресі (екструдері), що обігрівається, з подальшим продавлюванням маси для формування напівфабрикату у вигляді гранул (такий екструдер називається гранулятором).

Формування виробів. Вибір способу формування залежить переважно від виду одержуваної продукції. Так, листові матеріали формуються зазвичай на каландрах, труби та погонажні профільні вироби екструдують, штучні вироби в основному формують литтям під тиском .

Каландрування - процес формування полотна заданої товщини і ширини з пластичної суміші (приготовленої, наприклад, на вальцях) шляхом одноразового пропускання між обігріваються полірованими валками з послідовно зменшується зазором. Схеми роботи Г-подібного та Z-подібного каландрів представлені на рис.2. Каландруванням виробляють полімерні плівки. Зокрема, більшу частину лінолеуму виготовляють вальцево-каландровим способом. Багатошаровий лінолеум одержують гарячим дублюванням заздалегідь відформованих на каландрах плівок: захисної, декоративної та підкладкової (несучої) (див. рис. 2.2).

Екструзія - процес отримання профільованих виробів способом безперервного видавлювання розм'якшеної маси через формотворний отвір (мундштук). Екструзією виробляють труби (рис.2.3) та погонажні вироби (плінтуси, розкладки, "сайдинг", віконні профілі тощо). Випускають спеціальні екструдери для формування лінолеуму (у тому числі двошарового). На екструдерах формують полімерні плівки як безшовного рукава. Для цього формується труба, всередину якої подається повітря, що роздуває її в тонку плівку.

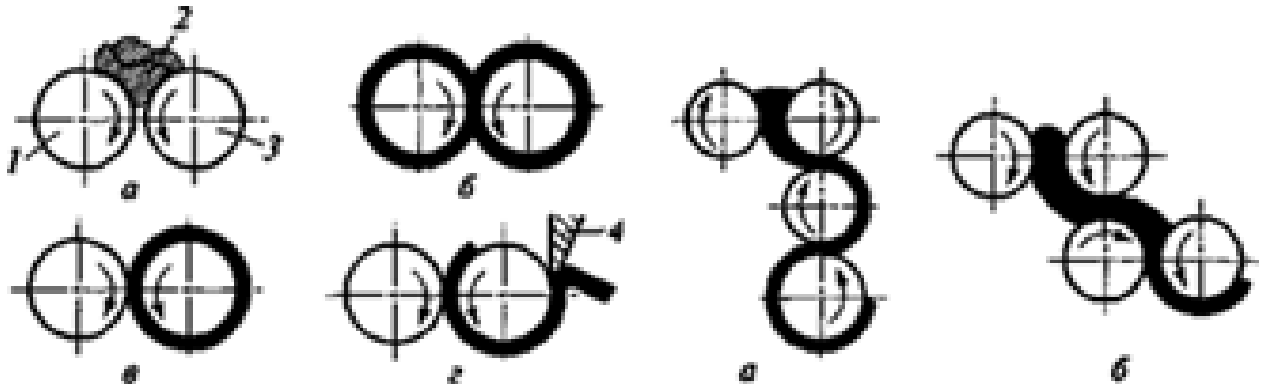


Рисунок 2.2- Схема каландрування (вальцювання): а - завантаження маси; б – вальцювання; в – перехід маси на один валок; г - зріз маси з валка; 1,3 – валки; 2 - матеріал, що вальцюється; 4 - ніж

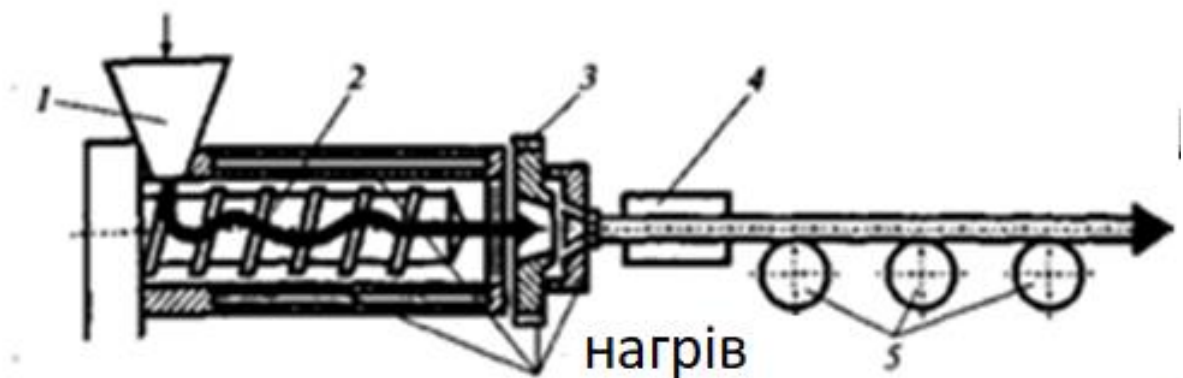


Рисунок 2.3- Схема роботи екструдера під час виробництва труб: 1 - завантажувальний бункер; 2 – шнек; 3 - формуюча головка; 4 - калібруюча насадка; 5 - пристрій, що тягне; 6 - пустоутворювач "дорн"

Литтям під тиском за допомогою ливарних машин (рис.2.4) одержують невеликі вироби складної конфігурації із сумішей на основі термопластичних полімерів (наприклад, вироби для санітарно-технічних пристроїв, вентиляційні ґрати, дрібні плити тощо). Гранульований напівфабрикат нагрівається до в'язкого текучого стану в циліндрі ливарної машини і плунжером впорскується в роз'ємну форму, що охолоджується водою.

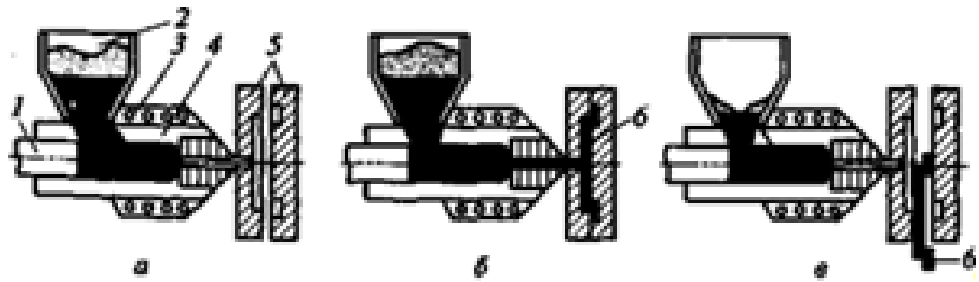


Рисунок 2.4 - Схема роботи машини для лиття під тиском: плавлення сировинної маси; б - упорскування розплаву у форму; в - розмикання форми; 1 – поршень; 2 – завантажувальний бункер; 3 – нагрівачі; 4 – циліндр; 5 – роз'ємна форма; 6 - виріб

Лиття під тиском є одним із найпопулярніших методів виготовлення виробів із пластику. Цей метод при високих вкладеннях для складання лінії характеризується моментальною окупністю. Оскільки після налагодження обладнання темпи виробництва пластикових виробів дуже високі. Суть технології полягає в попередньому плавленні пластмас та їх подальшому виливку в прес-форму. Виготовлення може реалізовуватися за інжекційним або інтрузійним методом, тобто шляхом впорскування порції пластику або його відлиття з подальшим нагнітанням тиску для надання потрібних контурів.

Лиття гарантує високий відсоток відповідності виробів заданим параметрам як за конструкцією, так і за товщиною стінок. Визначальне значення кінцевої якості продукту відіграє ретельне проектування та виготовлення прес-форм під відповідну деталь. Від неї залежить якість усієї партії та продуктивність лінії. Для лиття пластику на замовлення використовується акрил, поліамід, ПВХ, поліетилен, поліпропілен, полікарбонат – практично будь-який тип екструдованого пластику.

Гаряче пресування використовують переважно для формування виробів з термореактивних полімерів. Так, зокрема, одержують листові матеріали: паперово-шаровий і дерево-шаровий пластик, надтверді деревно-волокнисті та деревно-стружкові плити. Для листових матеріалів використовують багатоповерхові преси з масляним або паровим обігрівом плит ($t = 120-150^{\circ}$

С). На таких пресах формують одночасно 5-15 аркушів. На початку пресування полімер розплавляється, зв'язуючи всі компоненти, а потім необоротно отверждається, фіксуючи задану форму виробу.

Гарячим пресуванням можна отримувати пінопласти за допомогою речовин - газоутворювачів, що розкладаються з виділенням газу при нагріванні, тобто в той момент, коли полімер набуває в'язкопластичної консистенції. Для формування плити використовують екструдери (див. рис.2.3). Спінювання відбувається при виході розплаву із формуючої головки. Такий екструдований пінопласт має замкнуту пористість і щільну скоринку на поверхні (фірмові назви: стиродур, піноплекс).

Полістирольний пінопласт отримують і простішим методом з гранул полістиролу, що містять легкокиплячу рідину - ізопентан. Невелика кількість гранул поміщають у замкнуту форму, яку опускають у гарячу (85-95 ° С) воду. Коли полістирол розм'якшується, ізопентан закипає та спучує гранули в 10-20 разів. Гранули займають весь об'єм форми і, злипаючись один з одним, утворюють плиту чи інший виріб. Такий пінополістирол називають ПСБ (безпресовий).

Таким чином, найбільш розповсюджені способі виготовлення виробів із пластмаси – це каландрування (вальцювання), екструзія та лиття під тиском. Використання того чи іншого способу виробництва залежить від виду одержуваної продукції. Так, листові матеріали формуються зазвичай на каландрах, труби та погонажні профільні вироби екструдують, окремі в основному формують литтям під тиском .

3 ВЛАСТИВОСТІ ПЛАСТМАС

Багатофункціональність полімерних матеріалів обумовлена комплексом корисних властивостей, широким інтервалом показників щодо кожної властивості. Оцінюючи полімери і пластмаси як матеріали конструкційні, плівкоутворювальні та ізоляційні, враховують фізичні, хімічні та біологічні властивості, по сукупності яких судять про їх функціональних, ергономічних і естетичних можливостях і надійності.

3.1 Функціональні властивості

До функціональних властивостей полімерних матеріалів, відносяться щільність, механічні, термічні, електричні та хімічні властивості, атмосферостійкість. Враховуючи що функціональна придатність полімерних матеріалів залежить від прозорості, кольору і блиску, до групи функціональних відносять також оптичні властивості. У готової продукції ці властивості визначають комплексні естетичні властивості.

3.1.1 Густина. Полімери і пластмаси на їх основі є порівняно легкими матеріалами. густина полімерів вагається від 0,85 (поліпропілен) до 2,2 г/см³ (політетрафторетилен), тобто. Значно нижче щільності металів, кераміки, скло і інших конструктивних матеріалів.

Густина полімеру одного найменування коливається у певному інтервалі в залежності від упорядкованості і розгалуженості макромолекул.

Густина наповнених пластмас залежить від природи та кількості наповнювача. У газонаповнених пластмас здається щільність (об'ємна маса) може складати 0,01-0,02 г/см³, у преспорошкових і шаруватих досягає 2,5 г/см³ і більше.

3.1.2 Механічні властивості. Механічні властивості (МВ) пластичних мас значною мірою визначають їх функціональну придатність і надійність. Особливо важливо враховувати цю групу властивостей при оцінці пластмас як конструкційних матеріалів.

Для характеристики МВ пластмас користуються наступними показниками:

міцність при розтягуванні (стисканні, згинанні),

ударна в'язкість (ударне руйнування),

витривалість (втомна міцність-здатність витримувати багаторазові навантаження),

крихкість, жорсткість і м'якість.

Жорсткими зазвичай називають полімерні матеріали, що мають модуль Юнга вище 103 Мн/м^2 , а м'якими-менш 100 Мн/м^2 .

Оцінюють також коефіцієнт тертя та зносостійкість, яку виражають за стирання матеріалу при абразивному тертя або ковзанні по металевій поверхні.

Однозначно характеризувати МС полімерних матеріалів не представляється можливим, так як показники цих властивостей залежать від молекулярної маси, структури і ступеня кристалічності полімерів, орієнтації та температурних умов експлуатації.

Збільшення молекулярної маси полімеру веде до зміни міжмолекулярного впливу, температур плинності, склювання і крихкості і як слідство-до помітного виміру пружно-еластичних властивостей, міцності, твердості та жорсткості.

У полімерах можуть виявлятися пружна, високоеластична і пластична деформації. Частка кожною з деформацій залежить від фізичного стану і структури полімеру. Полімери в в'язкотянучем стані виявляють пластичну (незворотню) деформацію за будь-якого напрузі. У твердому стані для полімеру характерні Усе три деформації, але частка пружної деформації невелика, оскільки зміна валентних кутів і довжин зв'язків між атомами, визначальних цей вигляд деформацій, не може бути великим.

Еластична деформація, пов'язана з зміною форми макромолекул (за рахунок вільного обертання сегментів ланцюга щодо валентних кутів), може досягти у полімерів лінійного та розгалуженого будови щодо великих розмірів: сотень і навіть тисяч відсотків. За мірою підвищення температури цей вид деформації полімерів, як і ударна в'язкість, зростає, але міцність, твердість і жорсткість знижуються.

Полімери аморфної будови виявляють за низьких температур крихкість, особливо при великих короткочасних впливах.

Тривалий вплив напруги нерідко викликає у твердих незшитих полімерів одночасний прояв упроогоеластичної і пластичної деформації. Остання проявляється навіть у щодо жорстких полімерів і відома як повзучість пластмас. Її оцінюють за величиною деформації, накопиченої певний час. Розвиток високопластичної деформації і повільне її зникнення після зняття навантаження носять у полімерів яскраво виражений релаксаційний характер. Так, відновлення початкових розмірів у полімерних волокон після зняття навантаження може відбуватися протягом тривалого часу (до багатьох місяців).

Міцність полімерів залежить в першу чергу від їх фазового і фізичного стану. У всіх випадках створення оптимальної структури сприяє підвищення міцності. Міцність аморфних полімерів в склоподібному стані завжди більше, чим в високоеластичному. Зі зростанням регулярності будови макромолекул, ступеня кристалічності, щільності і орієнтації зростає міцність, твердість і жорсткість полімерів.

На МВ пластмас суттєво впливають наповнювачі, пластифікатори і інші добавки. Особливо підвищується міцність і жорсткість при армуванні пластмас волокнистими і шаруватими наповнювачами.

3.1.3 Термічні властивості. Характеризуючи полімерні матеріали, враховують теплостійкість, морозостійкість, а також показники теплоізоляційної здібності, термічного розширення і температурні константи

(ТПл -температура плавління, ТС -температура скловання, ТТ-температура текучості та ін).

Теплостійкість твердих пластмас визначають температурою початку деформації консольно закріпленого зразка під дією певного навантаження (метод Мартенса) або температурою, при якій загострений торець циліндра вдавлюється в пластмасу на 1 мм під дією фіксованого вантажу (метод Віка). Теплостійкість по Віку фіксує початок розм'якшення полімерного матеріалу, по Мартенсу-початок помітної деформації. Ці показники дозволяють судити про верхній температурний інтервал експлуатації продукції з пластмас. Абсолютні значення показників теплостійкості по Віку зазвичай вище показників теплостійкості по Мартенсу на 30-40% (теплостійкість полікарбонату по Віку 150-165 °С , по Мартенсу-115-130 °С).

Теплостійкість більшості незаповнених полімеризаційних полімерів порівняно невисока: 60-80 °С за Мартенсом, 100-115 °С за Віком. Поліпропілен, поліформалдегід, деякі види поліакрилатів мають теплостійкість по Віку 140-200 °С .

Поліконденсаційні полімери мають підвищену теплостійкість. Вони починають розм'якшуватися при 110-130 °С і вище. Найбільш високу теплостійкість мають кремнійорганічні смоли, полікарбонат та інші. поліакрилати. Теплостійкість реактопластів зазвичай вище, ніж термопластів, 250-350 °С . Введення наповнювачів, особливо вуглецевих, скляні, азбестових, дозволяє виготовляти вироби на силоксанових, поліамідних та фенолоальдегідних сполучних, що працюють при 300-500 °С , в інертних середовищах і при 2000 °С .

При оцінці функціональних можливостей термопластичних полімерів важливо враховувати також температуру плавління, склування та початку термічною деструкції. Деякі полімери (полівінілхлорид, полістирол) при температурі плавлення починають розкладатися, виділяти шкідливі гази. Для їх переробки потрібно попередня термостабілізація.

Морозостійкість - нижня температурна межа можливого використання продукції з полімерних матеріалів. Найбільш низьку морозостійкість мають поліпропілен та полівінілхлорид. Вироби з цих полімерів при температурі нижче -10°C набувають підвищеної крихкості, малу ударну в'язкість. Вміст пластифікаторів дозволяє помітно підвищити стійкість полімерів до низьких температур.

3.1.4 Електричні властивості. Вони характеризують електричну провідність і електризованість полімерів.

Перенесення електричних зарядів в полімерах, як і в низькомолекулярних речовин, може здійснюватися вільними іонами, або слабо пов'язаними електронами, або зарядженими асоціаціями молекул.

Полімерні матеріали при застосуванні електричної напруги ведуть себе як діелектрики або напівпровідники.

Полімери, макромолекули яких не містять сполучених зв'язків, ведуть себе переважно як діелектрики. Особливо низька значення електронної і іонної провідності у неполярних полімерів- поліфторетиленів, полістиролу, поліолефінів, полікарбонату, поліетилентерефталату та полівінілхлориду. Ці полімери мають високий питомий електричний опір (від 10^{14} до 10^{18} Ом*см) і електричну міцність, низьку електропровідність та інші показники, характерні для високоякісних діелектриків. Полярні полімери дещо поступаються неполярним за діелектричними властивостями (питомий електричний опір $10^8 - 10^{12}$ Ом*см).

Внаслідок високих діелектричних властивостей полімерні матеріали легко електризуються, тобто мають здатність накопичувати заряди статичного електрики при вплив тертя, вібрації, звукових коливальних рухів і інших факторів. Напруженість статичних електричних полів (СЕП) на полімерному матеріалі може досягти 400- 500 на 1 см, тобто. у два порядки вище СЕП природно земних умов. Постійний контакт людини з полімерами наводить нерідко до тривалого впливу напруги СЕП на організм. Вплив СЕП на

людський організм вивчено недостатньо. Відомо позитивне вплив негативних іонів на організм. У то ж час відзначається несприятливе вплив надлишкового СЕП, особливо позитивних іонів, на самопочуття людини. Електризація полімерних матеріалів наводить до прискореному забрудненню поверхні, збільшення швидкості деструкції та виділення токсичних матеріалів, а також може викликати вибухи та займання горючих рідин та газових сумішей.

Для зниження статичної електризації на поверхню полімерних матеріалів або в їх склад вводять антистатиками (електропровідні матеріали). Дія антистатиків заснована на підвищенні електричної провідності, забезпечує витік зарядів.

3.1.5 Хімічні властивості. Ця група властивостей характеризує взаємодію полімерів з водою, кислотами, миючими засобами, розчинниками та іншими хімічними реагентами. Судять о стійкості до хімічному реагенту по зміні зовнішнього виду полімеру (кольору, блиску), розчинності, набухання, втрати механічних властивостей і т.д. Для більшості полімерів характерна висока хімічна стійкість.

Хімічну стійкість пластмас визначають шляхом порівняння зовнішнього вигляду зразків до і після випробування та зміни їх маси, лінійних розмірів, механічних, діелектричних і інших властивостей. Кількісні дані о хімічної стійкості пластмас наводяться в довідниках.

Пластмаси підрозділяють на хімічно стійкі, слабостійкі і нестійкі. Маса термопластів, що знаходяться 42 дня в органічних розчинниках, може збільшуватися до 5-15% і більше в залежності від їх виду, а реактопластів-до 5-8% і більше. Приблизно в таких же кількостях може відбуватися втрата маси.

Визначення водопоглинання в холодній і гарячій воді. Стандартний зразок пластмаси (довжина 55 ± 1 мм, товщина $3 \pm 0,2$ мм) висушують 24 год в термостаті при 50 ± 3 °С. Реактопласти висушують протягом години при 105 ± 3 °С. Висушені зразки охолоджують в ексикаторі над хлористим кальцієм і зважують з точністю до 0,0001г.

При визначенні водопоглинання у холодній воді зразки занурюють в дистильовану воду і витримують 24 години при 22 ± 1 °С. Потім їх виймають, витирають фільтрувальним папером і через 1 хв зважують.

Для визначення водопоглинання у гарячій (киплячій) воді підготовлені до досліду зразки занурюють в дистильовану киплячу воду на 30 хв, потім охолоджують в дистильованою воді при 22 ± 1 °С, витирають і зважують.

Водопоглинання обчислюють у міліграмах приросту ваги зразка або в відсотках. Відзначають також зміну зовнішнього вигляду зразка.

Визначення стійкості до киплячої води. Зразок пластмаси (3-5г) кип'ятять в дистильованою воді від кількох хвилин до 1 год, потім виймають, витирають і оглядають, відзначаючи зміни зовнішнього виду у порівнянні з контрольним зразком. У пластмас, стійких до дії киплячою води, не повинні змінюватися колір, блиск, з'являтися здуття, короблення, тріщини; вода повинна бути без забарвлення та запаху.

Визначення стійкості до дії органічних розчинників, жирів і олій. Зразки пластмас подрібнюють і по 0,5г поміщають у пробірки із притертими пробками. Потім доливають у кожен пробірку по 5мл розчинників. Пробірки залишають у штативі на 2 год. Потім перевіряють чи відбулося зміни: зразок розчинився (повністю, частково) або не розчинився, чи змінився колір.

Стійкість пластмас до дії олій, жирів перевіряють шляхом обробки зразків різними оліями і жирами і порівняння з контрольним зразком. Відзначають зміна характеру поверхні: поява здуття, короблення, тріщин.

Визначення стійкості до дії різних хімічних реагентів і побутових хімічних середовищ. Невеликі зразки пластмас поміщають в скляні колбочки з притертими пробками і заливають кислотами (азотної, сірчаної, оцтової) різної концентрації. Через 2-4 години відзначають, які зміни сталося із зразками. Якщо помітних змін ні, то зразки обережно виймають, ополіскують водою, обтирають і порівнюють з контрольним зразком. Результати порівняння фіксують. Одночасно перевіряють зміну кольори, відтінків розчину.

Визначення показників санітарно-гігієнічних властивостей. Насамперед у виробів, призначених для приготування та зберігання харчових продуктів, питний води і тари для них, перевіряють запах.

Вироби із стійким запахом непридатні для цього. Вироби без запаху піддають подальшому дослідженню.

При оцінці санітарно-гігієнічних властивостей застосовують *метод витяжки*. Вироби обробляють різними розчинами (умови обробки та рецептура розчинів вказані в НТД) певний час. Після цього визначають наявність в отриманих розчинах (витяжках) об'ємом не менше 500 мл шкідливих речовин (фенолу, формалдегіду, стиролу, миш'яку, солей свинцю, міді, цинку та ін.), а також загальна кількість органічних та бромуючих речовин.

3.1.6 Атмосферостійкість. Під атмосферостійкістю розуміють здатність полімерних матеріалів витримувати тривалий вплив різних атмосферних факторів (сонячної радіації, тепла, кисню та озону повітря, вологи та промислових газів) без значної зміни зовнішнього виду і експлуатаційних властивостей. У більшості випадків атмосферні фактори наводять до старінню полімерних матеріалів, викликаючи незворотні зміни: втрату блиску, зміна кольори, розтріскування, відшаровування, мелення, освіта бульбашок та висипки, зріст жорсткості і крихкості, зниження міцності та зносостійкості.

Визначають атмосферостійкість шляхом селективного або комплексного впливу зазначених вище факторів при природною інсоляції чи приладах штучної погоди (везерометрах). Оцінюють атмосферостійкість по співвідношенню значень обраного властивості (наприклад, міцності, кольори, відносного подовження) до і після випробування.

3.1.7 Оптичні властивості. Важливими показниками оптичних властивостей полімерних матеріалів є прозорість, кольоровість та блиск.

Склоподібні аморфні полімери (полістирол, поліметилметакрилат, полікарбонат), сополімери полівінілхлориду і ефірів целюлози зазвичай прозорі і безбарвні. Вони відомі як органічне скло і мають високу прозорість у видимому діапазоні діапазону (80-94%). Ненаповнене органічне скло прозоре також для УФ-променів, рентгенівського випромінювання. Високоеластичні і кристалічні полімери мають меншу прозорість для видимого спектра, але зберігають високу прозорість для УФ-променів (поліетилен, поліпропілен і ін). Зазвичай кристалізація викликає помутніння і поява молочно-білого відтінку. Під дією механічних навантажень у деяких органічних стеклах (наприклад, в поліметилметакрилаті) виникає оптична анізотропія, яка наводить до подвійному променезаломлення, що супроводжується появою на поверхні райдужних ефектів, утруднюючих спостереження через скло. Це обставина кілька обмежує застосування органічних стекел для скління транспорту і будівель.

Полімери і пластмаси на їх основі мають добрі декоративні властивості. Їх можна пофарбувати в широку гаму кольорів, надати різну фактуру поверхні, високий блиск або матовість, імітувати під інші матеріали.

3.2 Ергономічні властивості

Характеризуючи полімерні матеріали з точки зору зручності користування та впливу на людину та навколишню середу, в групі ергономічних властивостей важливо оцінити зручність виробництва (переробки) полімерів і пластмас, їх безпека і нешкідливість, забрудненість і очищення.

Зручність переробки. Полімерні матеріали вигідно відрізняються від інших виробних матеріалів: вони легко піддаються різним видам переробки, процес формування виробів щодо простий і легко автоматизується, не потрібно додаткових операцій обробки, оскільки продукцію прикрашають переважно в ході формування. Формування виробів з пластмас може бути

виконано традиційними методами переробки інших матеріалів і практично є безвідходним.

Вибір оптимального методу переробки залежить від термічних властивостей пластмас, форми, конструкційних особливостей і тиражності продукції, її призначення та умов експлуатації, а також економічності виробництва. Розрізняють формування продукції з мономерів, олігомерів та високополімерів.

Формування з мономерів застосовують для отримання листів та блоків органічного скла і деяких профільних полімерних напівфабрикати. Для цього легко полімеризуються мономер (метилметакрилат, стирол та ін.) спільно з ініціаторами та каталізаторами заливають в форми, в яких реакційна суміш при полімеризації оформляється у листовий матеріал.

Олігомірні полімери широко застосовують для отримання штучних шкір, дерев'яних будівельних матеріалів (деревностружкових) і волокнистих плит, декоративних і інших листових пластиків), лакових та клеїв, а також готових виробів з реактопластів.

Особливістю формування продукції з олігомірних реактопластів є поєднання процесу формування з затвердінням полімерів за рахунок освіти тривимірної структури.

Високополімери переробляють у вироби методами пластичної деформації, механічною обробки (різання, свердління, витягування, вирубування), склеювання, зварювання, а також формуванням з розчинів і дисперсій шляхом поливу (для отримання плівок) або занурення форми в рідкий полімер (при виробленні об'ємних виробів).

Методами пластичної деформації формують вироби із розплавів (в'язотекучого стану) або з полімерів, що знаходяться в вискоеластичному стані.

Полімери низькою теплостійкості і термостабільності попередньо термостабілізують для запобігання розкладання пластмас. Найбільш прогресивними методами формування з розплавів термопластичних полімерів

є лиття в формі під тиском і екструзія-видавлювання в'язкої полімерної композиції через формувальне отвір певного перерізу для отримання волокон і профільний продукції (шлангів, труб, плівок, плінтусів і інших погонажних напівфабрикатів). Розплавлені полімери зручно наносити на металеву поверхню прямим або вихровим напиленням.

Вироби з термопластичних полімерів, що знаходяться в високоеластичному стані, формують без нагріву полімерної композиції або з підігрівом до температури нижче температури плинності. Для формування використовують зазвичай підігріті листи або плівки, з яких методами вакуум-формування, пневмоформування (роздування стиснутим повітрям) і гарячого штампування отримують об'ємні вироби різного призначення (посуд, тару, іграшки і т.д.).

Для формування продукції з полімерів в високоеластичному стані в останнє час Усе ширше починають застосовувати методи металообробки (прокат, кування, волочіння та ін.).

Безпека. Безпека полімерних матеріалів визначається головним чином їх вогнестійкістю-здатністю протистояти дії вогню. за вогнестійкості (горючості) полімерні матеріали аналогічно іншим матеріалам поділяють на горючі, важкозгоральні та негорючі (Вогнестійкі). Більшість полімерних композицій на основі термопластичних смол є горючими. Особливо легко займаються і добре горять нітроцелюлозні пластики, поліметилкрилати, полістирол. Целулоїд здатний також до самозаймання. Вінілхлоридні полімери, поліакрилонітрили, полікарбонати і реактопласти з органічними наповнювачами важко спалахують, горять лише в полум'ї. Негорючі (вогнестійкі) пластмаси не горять зовсім або самозагасають при винесення з полум'я. До них відносяться елементоорганічні (полісилоксанові) і неорганічні полімери, органічні полімери з ароматичними циклами в макромолекулах(поліарилати) і фторпласти.

Небезпека горючих пластмас складається не тільки в можливості їх займання та горіння. При горінні полімерів утворюється розпечений плав, нерідко рясне димовиділення і сильнотоксичні продукти.

Для додання вогнестійкості і зниження горючості в пластмаси вводять антипірени-вогнезахисні фосфор, азот, бор-містять дабавки і негорючі наповнювачі (каолін, цемент, азбест та ін.).

Нешкідливість. Це найважливіше властивість при визначенні потенційної небезпеки полімерних матеріалів для здоров'я людини та шкідливого впливу на навколишню середу. При оцінці нешкідливості полімерів виходять з спільного вимоги до матеріалам-не виділяти в контактоване середовище токсичних, канцерогенних, алергічних та інших речовин в кількостях, які можуть надавати прямо або опосередковано шкідливе вплив на організм людини, тварина і рослинний мир. Чисті високомолекулярні полімери, як правило, фізіологічно нешкідливі: вони не переходять в харчові продукти або рідкі середовища. Шкідливий фізіологічний вплив на живий організм можуть надавати залишкові мономері, діамери, тримери і інші низькомолекулярні з'єднання, багато пластифікатори, металовмісні каталізатори і стабілізатори, продукти термічної і окислювальної деструкції і спалювання пластиків. У результаті досліджень встановлено, що капролактамі, фенол, стирол, формальдегід і інші мономері можуть надавати шкідливу дію на нервову систему, печінку та інші органи, несприятливо впливати на функцію відтворення потомства, тобто. на генетичний апарат людини викликати алергічний дерматит і і т.д. Тому багато сортів полікапроаміду, полістиролу, амінопластів та інших пластиків, в яких можуть бути залишки токсичних мономерів, не рекомендують для контакту з харчовими середовищем. Полівінілхлорид- нешкідливий полімер. Але пластифікатори та стабілізатори для ПВХ, а також продукти термодеструкції, як правило, токсичні. У зв'язку з цим ПВХ- плівки не використовують для зберігання і упаковки харчових продуктів. Нешкідливі за своєю природою поліолефіни при термообробці утворюють різні кисневмісні

низькомолекулярні з'єднання, надають продуктам та посуді неприємних запах.

Нешкідливість пластиків та їх допустимість для виробництва виробів різного функціонального призначення встановлюють після ретельних санітарно-хімічних дослідження, включають:

- 1) визначення виду (ідентифікації) та концентрації речовин, що мігрують із пластмас контактовану середовище;
- 2) встановлення ступеня токсичної, алергічної, мутагенної і іншої несприятливої дії пластмаси або мігруючих речовин на організм;
- 3) визначення характеру впливу пластмаси на біологічну і харчову цінність продуктів (склад, смак, запах, стан поверхні та ін.).

3.3 Надійність полімерних матеріалів

Під надійністю полімерного матеріалу розуміють його здатність зберігати протягом часу встановлені в заданих межах показники функціональних, ергономічних та естетичних властивостей. З практичною точки зору для характеристики надійності полімерного матеріалу необхідно враховувати довговічність і збереження.

Довговічністю полімерного матеріалу прийнято вважати тривалість часу від початку навантаження до руйнування полімерного тіла.

Інтенсивність та спрямованість руйнування полімерних матеріалів залежать від багатьох факторів: величини і виду прикладеної навантаження, умов навантаження, температури та характеру навколишнього середовища. Тому попре фундаментальні роботи в області міцності полімерів, показники довговічності не мають комплексного характеру, а стосуються лише механічних властивостей і не відображають зміни кольору, блиску, прозорості, хімічної стійкості і інших властивостей.

Про довговічності полімерних матеріалів прийнято судити також по їх "втомі". «Втома» полімерів – зміна показників міцності, жорсткості і зносостійкості при багаторазових циклічних впливах.

На відміну від довговічності збереження характеризує здатність полімерів виявляти встановлений рівень властивостей при зберіганні і транспортування (без механічного навантаження).

У зв'язку з тим, що середній термін зберігання полімерних матеріалів і товарів з них зараз не нормується в нормативно- технічній документації, порівняльна оцінка полімерів по цьому показником утруднена

Таким чином, багатофункціональність пластмас обумовлена комплексом корисних властивостей, широким інтервалом показників по кожній властивості.

Оцінюючи полімери, враховують фізичні, хімічні і біологічні властивості, по сукупності яких судять про їх функціональні, ергономічні та естетичні характеристики та надійність.

4. ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ВИРОБІВ ІЗ ПЛАСТМАСИ

У якості досліджуваних виробів з пластмаси обираємо контейнери для зберігання речей від українського виробника «Долоні» та аналогічний від польського виробника «SPLAST».

Одразу відмітимо, що даний тип продукції у промислових масштабах виготовляється в застосуванні методу лиття під тиском.



Рисунок 4.1 – Контейнер для зберігання «Долоні»



Рисунок 4.2 – Контейнер для зберігання «SPLAST»

При дослідженні пластмас визначають показники фізико- механічних властивостей: щільність, твердість, теплостійкість, температуру крихкості (морозостійкість), руйнівна напруга при розтягуванні, стисканні та вигині, модуль пружності, питома ударна в'язкість, питомий електричний опір, пробивна електрична напруга і ін.

Методика фізико-хімічних випробувань пластмас та виробів з них наводиться у відповідних НД та іншій нормативно-технічній документації.. Значення показників найважливіших фізико-механічних властивостей основних видів пластмас наведено в довідниках, а також в відповідній літературі.

Якість виробів з пластмас оцінюють по їх зовнішньому виду, конструкції, хімічним, фізико-механічним, гігієнічним та іншим показниками, що нормуються у НТД.

Дослідження будь якого зразка виробу з пластмаси починається з визначення правильності вибору пластмаси для виготовлення виробу, так як вид і природа матеріалу визначають його основні властивості. Природу (вид) пластмаси встановлюють методами, описаними у п 4.1.

Потрібно, щоб конструкція виробу була раціональною, відповідала ергономічним, естетичним та іншим вимогам. Форму та розміри виробів перевіряють за технічним описом, кресленням і зразками. При цьому відзначають, як підібран кольор та відтінки, а також наведені за розмірами деталі виробу. Перевіряють правильність прилягання роз'ємних частин одна до одної, густину і легкість закривання і відкривання (якщо таке присутне).

Для виробів з реактопластів раціональною вважається товщина від 1 до 5 мм, для литих виробів з термопластів-від 0,5 до 4 мм. Різновтовщинність деталей пресованих виробів повинна бути не більше 2:1, а литих-2,5:1. Міцність тонкостінних виробів підвищують за допомогою бортиків, кромок, ребер жорсткості.

Лінійні розміри вимірюють міліметровими лінійками, мікрометрами, штангенциркулями. Місткість банок, бідонів визначають мірними циліндрами. У порожніх виробів круглої форми перевіряють діаметр верхньої частини і висоту, у виробів овальної і прямокутної форми-довжину, ширину і висоту.

Оцінюючи зовнішній вигляд і обробку виробів, враховують спосіб їх виготовлення. Шви на видувних виробках не є дефектом, але вони повинні бути добре замуrowані. Місця з'єднання частин прес-форм повинні бути зачищені. Поверхня пресованих виробів гладка і блискуча. Сліди від літника на литих виробках повинні бути добре зачищені (заполіровані). На всіх виробках не допускаються подряпини від абразивних матеріалів та відколи, задирки. Вироби, склеєні з двох або кількох деталей, повинні бути без виступів клею на лицьовій поверхні.

4.1 Розпізнавання виду пластмас

Оскільки існує багато видів пластмас і кожний вид може мати свої характеристики і властивості, то оцінювання якості виробів із пластмаси потрібно розпочинати саме з визначення виду пластмаси.

Вид пластмас і їх хімічну природу можливо встановити (розпізнати) з достатньою точністю і достовірністю органолептичними та лабораторними методами, розробленими на основі наукових досліджень.

Остаточне рішення про те, з якої пластмаси виготовлено товар, приймається по результатам комплексної оцінки кількох зовнішніх ознак виробів (колір, прозорість, твердість, еластичність, метод виготовлення, вигляд зламу зразка і т.д.), відношенню до нагрівання, характером горіння, хімічним реакцій і ін.

Вид пластмаси, з якої виготовлено виріб, визначають з руйнуванням і без руйнування зразків (виробів). На практиці частіше застосовують другий метод-органолептичний.

Розпізнавання виду пластмас за зовнішніми ознаками. Характерні зовнішні ознаки найпоширеніших пластмас зазначені у табл.1. Зразки пластмас (шматочки) і товари з пластмас уважно розглядають, зазначають їх зовнішні особливості, порівнюють результати дослідження з даними, наведеними Додатку А. Після цього роблять відповідні висновки, які оформлюють по довільною або запропонованою формою.

Розпізнавання виду пластмас пробами на нагрівання і горіння. Проби на нагрівання та горіння проводяться одночасно, за винятком швидкозаймистого целулоїду. Досліджують 7-9 зразків (шматочків) різних пластмас розміром 10x15 мм. Тигельними щипцями беруть шматочок пластмаси і підносять його до полум'я пальника, поступово нагріваючи (але не підпалюючи). При цьому встановлюють зміни при нагріванні: розм'якшення, витягування в нитку (пробують скляною паличкою), оплавлення.

За результатами дослідів визначають групу пластмаси: термопласт чи реактопласт. Реактопласти (фено-, амінопласти, поліефіри, поліепоксиди) при нагріванні не розм'якшуються, а термопласти розм'якшуються, витягуються у нитки, оплавляються.

Целулоїд нагрівають в гарячій воді, так як він швидко займається і згоряє. Нагріти його в полум'ї пальника неможливо практично.

Після встановлення групи пластмаси зразок підпалюють і спостерігають характер горіння: швидко загоряється або ні, горить або ні, горить тільки в полум'ї, які колір полум'я та запах продуктів горіння, специфічні особливості горіння (потріскування, поява іскор, сильною кіптяви і ін) . Багато характерних ознак горіння найбільш чітко виявляються в момент підпалювання зразків, в цей період слід бути особливо уважними. Для встановлення виду зразків результати дослідів порівнюють із даними про характер поведінки пластмас при нагріванні та горінні, наведеними в додатках А та Б.

Дослідження на приналежність виробів до типу пластмаси проводимо за зовнішніми ознаками та за пробами на нагрівання і горіння. В результаті

дослідження приходимо до висновку, що обидва досліджувані зразки виготовлені із поліпропілену.

4.2 Вибір номенклатури показників якості пластмаси

Вибір номенклатури показників якості встановлює перелік найменувань кількісних характеристик властивостей продукції, що визначають її якість та забезпечують можливість адекватної оцінки рівня якості продукції. При обґрунтуванні вибору номенклатури показників якості продукції враховують:

- Призначення та умови використання (експлуатації) продукції;
- Вимоги споживачів;
- Забезпечення вирішення завдань управління якістю продукції;
- Склад та структуру характеризуючих властивостей;
- Основні вимоги до показників якості;

Обраємо 7 основних показників якості виробів із пластмаси: випробування на статичний вигин, густина, ударна в'язкість по Шарпі, водопоглинання, ударна в'язкість по Ізоду, міцність при зсуві у площині листа, межа міцності при зсуві.

Таблиця 4.1 - Основні показники якості виробів із пластмаси

Найменування критерію, показника якості та одиниці виміру	Умовне позначення показників якості
Випробування на статичний вигин:	sf
Густина:	ρ_t
Ударна в'язкість за Шарпі:	a_n
Водопоглинання:	X
Ударна в'язкість за Ізодом:	A
Міцність при зсуві у площині листа:	τ_B
Межа міцності при зсуві:	σ_c

4.3 Методи визначення показників якості пластмаси

Залежно від способу отримання інформації, методи визначення значень показників якості продукції поділяють на:

- вимірювальний;
- реєстраційний;
- розрахунковий;
- органолептичний.

Вимірювальний метод ґрунтується на використанні технічних вимірювальних засобів. Методика проведення вимірів включає методи вимірів; засоби та умови вимірювань, відбір проб, алгоритми виконання операцій щодо визначення показників якості; форми подання даних та оцінювання точності, достовірності результатів, вимоги техніки безпеки та охорони навколишнього середовища. Результати безпосередніх вимірювань за необхідності наводяться шляхом відповідних перерахунків до нормальних або стандартних умов, наприклад, до нормальної температури, нормального атмосферного тиску і т.д. За допомогою вимірювального методу визначаються маса виробу, сила струму, кількість обертів двигуна, швидкість автомобіля та ін.

Вимірювальні методи – методи визначення (вимірювання) дійсних значень показників якості за допомогою технічних пристроїв. Призначені для визначення фізико-хімічних чи мікробіологічних показників якості.

Реєстраційний метод ґрунтується на підрахунку числа певних подій, предметів або витрат, наприклад, відмов виробу при випробуваннях, кількості частин складного виробу (стандартних уніфікованих, оригінальних, захищених авторськими свідоцтвами чи патентами). Цим методом визначаються показники уніфікації, патентно-правові показники та ін.

За допомогою реєстраційного методу показники якості визначають на основі спостереження та підрахунку числа певних подій, предметів чи витрат.

Органолептичний метод ґрунтується на аналізі сприйняття органів чуття: зору, слуху, нюху, дотику та смаку. При цьому органи чуття людини служать приймачами відповідних відчуттів, а показники визначаються

шляхом аналізу цих відчуттів на підставі наявного досвіду і виражаються в балах. Точність та достовірність цих показників залежить від здібностей, кваліфікації та навичок осіб, які їх визначають, але метод не виключає можливості використання деяких технічних засобів. За допомогою органолептичного методу визначаються показники якості харчових продуктів, естетичні показники, деякі ергономічні показники. Різновидом органолептичного методу є сенсорний, дегустаційний та ін. Сенсорний аналіз застосовується з метою оцінки якості продуктів харчування. Внаслідок сенсорного аналізу визначають колір, смак, запах, консистенцію харчових продуктів.

Розрахунковий метод ґрунтується на використанні теоретичних чи емпіричних залежностей. Цим методом користуються головним чином під час проектування продукції, коли остання ще може бути об'єктом експериментальних досліджень (випробувань). Розрахунковий метод служить визначення показників продуктивності, безвідмовності, довговічності, хранимості, ремонтпридатності вироби та інших. Його часто використовують під час проведення непрямих вимірів. Наприклад, за величиною показника заломлення скла встановлюють коефіцієнт дзеркального відображення, а за твердістю сталі – її міцність. Розрахунковим методом визначають вміст бісульфітних похідних глюкози та фруктози у меді за результатами хроматографічного аналізу.

Залежно від джерела інформації методи визначення значень показників якості продукції поділяють на:

- традиційний;
- експертний;
- соціологічний.

Традиційний метод здійснюється посадовими особами спеціалізованих експериментальних та розрахункових підрозділів підприємств, установ (до них належать спеціалізовані лабораторії, полігони, випробувальні стенди тощо).

Експертний метод визначення значень показників якості продукції використовують лише у випадках, коли ті чи інші показники якості не можуть бути визначені іншими об'єктивнішими методами.

Експертні методи - методи оцінки, які проводяться групою експертів за умов невизначеності чи ризику.

Визначення значень показників якості продукції соціологічним методом здійснюється фактичними чи потенційними споживачами продукції. Збір думок споживачів здійснюється у різний спосіб: усне опитування; поширення анкет-запитань, організація виставок-продажів, конференцій, аукціонів. Для отримання достовірних результатів потрібна науково обґрунтована система опитування, а також методи математичної статистики для збору та обробки інформації. Соціологічний метод дозволяє впоратися з питаннями прогнозування потреб, обґрунтування освоєння нових видів продукції, обґрунтування доцільності зняття продукції з виробництва, атестації продукції за категоріями якості, стимулювання підвищення якості продукції та багатьох інших.

У роботі дані за показниками якості пластмаси знаходимо експериментальним способом. Формули за якими ведемо розрахунки показників якості наведені у таблиці 4.2

Таблиця 4.2 – Показники якості віробів із пластмаси та їх розрахункові формули

Показник якості, розрахункова формула	Метод визначення
Випробування на статичний вигин $s_f = \frac{3F \cdot L_v}{2bh^2}$	Розрахунковий метод
Щільність $\rho_t = M/V$	Розрахунковий метод
Ударна в'язкість за Шарпі $\alpha_n = \frac{A_n}{b \cdot s} \cdot 10^3$	Розрахунковий метод
Водопоглинання $x = m_2 - m_1$	Розрахунковий метод
Ударна в'язкість за Ізодом	Розрахунковий метод

$a=A/b$	
Міцність при зсуві у площині листа $\tau_B = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{P_{\max}}{a \cdot h}$	Розрахунковий метод
Межа міцності при стисканні $\sigma_{сж} = \frac{P_{\max}}{S}$	Розрахунковий метод

4.4 Методи оцінки якості виробів із пластмаси

Методи оцінки рівня якості продукції поділяються на:

- диференціальний;
- комплексний;
- змішаний.

Диференціальним називається спосіб оцінки якості продукції, заснований на зіставленні одиничних показників її якості. При цьому для кожного з показників розраховуються відносні показники якості за формулами:

$$K_i = \frac{P_i}{P_{i\text{баз}}} \quad (4.1)$$

$$K_i = \frac{P_{i\text{баз}}}{P_i} \quad (4.2)$$

де: P_i - числове значення і-го показника якості оцінюваної продукції;

$P_{i\text{баз}}$ - числове значення і-го показника якості базового зразка.

Формула (1) використовується, коли збільшенню абсолютного значення показника якості відповідає покращення якості продукції. Формула (2) використовується, коли збільшення абсолютного значення показника якості відповідає погіршення якості продукції.

Комплексним називається метод оцінки рівня якості продукції, заснований на зіставленні комплексних показників якості оцінюваного та базового зразків продукції:

$$K = \frac{Q_{oc}}{Q_{baz}}, \quad (4.3)$$

де Q_{oc} - узагальнений показник якості продукції, що оцінюється;

Q_{baz} - узагальнений показник якості базової продукції.

Змішаний метод оцінки рівня якості продукції на спільному застосуванні одиничних та комплексних показників якості:

При змішаному методі частину одиничних показників об'єднують у групи і кожної визначають комплексний (груповий) показник. Деякі особливо важливі показники групи не включають, а розглядають окремо. Об'єднання у групи повинно проводитись залежно від мети оцінки.

Знайдені величини групових комплексних показників та окремо виділених одиничних показників піддають порівнянню з відповідними значеннями базових показників, тобто. застосовують принцип диференціального методу.

4.5 Вибір базових показників якості

Під оцінкою рівня якості продукції розуміється результат оцінювання, тобто зіставлення показників якості продукції з базовими значеннями. Вибір базових зразків є однією з основних операцій оцінки технічного рівня та якості продукції. Сукупність базових показників характеризує якість продукції деякий заданий період.

Базовими на стадії розробки можуть бути перспективні зразки продукції, що характеризуються прогнозованими реально досяжними значеннями показників якості, та відповідні передові досягнення науки та техніки на певний майбутній період.

На стадії виготовлення базовим зразком може бути продукція, показники якості якої на момент оцінки відповідають найвищому світовому рівню. Такі базові зразки застосовуються під час сертифікації продукції.

Термін дії базового зразка встановлюється провідною організацією залежно від специфіки продукції, що оцінюється, тобто з урахуванням її потреби у споживачів, тривалості періодів її розробки, виготовлення та експлуатації чи споживання, а також запланованих термінів проведення сертифікації та термінів зміни моделей цього виду продукції на внутрішньому та зовнішньому ринках.

Оцінка якості продукції має проводитися різних стадіях її життєвого циклу.

На етапі розробки оцінюється рівень продукції, в результаті чого встановлюються вимоги до її якості, і проводиться нормування відповідних показників у нормативно-технічній документації.

На етапі виробництва визначаються фактичні значення показників якості продукції за результатами контролю та випробувань та приймаються відповідні рішення.

На етапі експлуатації чи споживання оцінюється якість виготовленої продукції і на результатах цієї оцінки приймаються керуючі рішення, створені задля збереження чи підвищення рівня якості.

Основними джерелами інформації при встановленні базових зразків є звіти науково-дослідних та проектно-конструкторських організацій, науково-технічні прогнози розвитку окремих галузей промисловості, описи вітчизняних та закордонних патентів, звіти про проведення патентних досліджень, державні, галузеві, міжнародні, зарубіжні стандарти, вітчизняні та зарубіжні періодичні науково-технічні видання.

В аналогову групу можуть входити кращі зразки спроектованої або промислово освоєної вітчизняної та зарубіжної продукції, що становить значну частину загального обсягу продукції, що реалізується на зовнішньому ринку і має стійкий попит. Найкращий зразок із групи приймається за базовий.

Серед множини показників якості обираємо показники, перелічені у таблиці 4.1. Саме ці показники є найважливішими, так як вони найбільш повно характеризують вироби із пластмас. Базові значення перелічених показників

визначаємо досліджуючи аналогічні вироби від кращих світових виробників

4.6 Кількісна оцінка показників якості пластмаси

1. Випробування на статичний вигин: (s_f)

При визначенні згинальної напруги, необхідно користуватися наступною формулою:

$$s_f = \frac{3F \cdot L_v}{2bh^2} \quad (4.4)$$

Де F - навантаження, F = 204,88 Н

L_v - відстань між опорами, мм. $L_v = 60$ мм

b- ширина зразка, мм; b=10 мм

h- товщина зразка, мм, h = 4 мм

Таким чином, отримуємо

$$s_f = \frac{3 \cdot 204,88 \cdot 60}{2 \cdot 10 \cdot 16} = 115,245$$

2. Густина: (ρ_t)

Згідно з ГОСТ 15139-69, при визначенні густини необхідно скористатися формулою:

$$\rho_t = M/V \quad (4.5)$$

де: M-маса зразка, г;

V – об'єм зразка, см³

M= 180г

V= 131,195 см³

$$\rho_t = 180/131,195 = 1,372 \text{ г/см}^3$$

3. Ударна в'язкість по Шарпі: (a_n)

При визначенні ударної в'язкості по Шарпі необхідно використовувати таку формулу:

$$a_n = \frac{A_n}{b \cdot s} \cdot 10^3 \quad (4.6)$$

де: A_n - Енергія удару, витрачена на руйнування зразка без надрізу, Дж (кгс см);

b - ширина зразка за його серединою, мм (см);

s - Товщина зразка по його середині, мм (см).

$$A_n = 1,2936 \text{ Дж}$$

$$b = 15 \text{ мм}$$

$$s = 10 \text{ мм}$$

$$a_n = \frac{1,2936 \cdot 1000}{15 \cdot 10} = 8,624 \text{ кгс} \cdot \text{см} / \text{см}^2$$

4 Водопоглинання: (x)

Визначаємо водопоглинання за формулою:

$$x = m_2 - m_1 \quad (4.7)$$

де: m_1 - маса зразка перед зануренням у воду, мг;

m_2 - маса зразка після вилучення з води, мг.

В результаті випробувань маса зразка перед зануренням у воду дорівнює 200мг, після вилучення з води = 382,28 мг.

$$x = m_2 - m_1 = 382,28 - 200 = 182,28 \text{ мг}$$

5 Ударна в'язкість за Ізодом: (а)

Визначається за формулою:

$$a = A/b \quad (4.8)$$

де: А-енергія удару, Дж;

b - довжина надрізу (рівна ширині зразка), мм.

В результаті випробувань

$$A = 0,0294 \text{ Дж}$$

$$b = 0,4 \text{ мм}$$

$$a = 0,0294 / 0,4 = 0,0735 \text{ Дж/мм}$$

6 Міцність при зсуві в площині листа: (τ_B)

Визначаємо міцність при зсуві у площині листа за формулою:

$$\tau_B = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{P_{\text{max}}}{a \cdot h} \quad (4.9)$$

де: P_{max} - максимальне навантаження, яке витримав зразок під час випробування, Н;

a - Довжина сторони робочого поля зразка, м;

h - товщина зразка, м.

$$P_{\text{max}} = 175000 \text{ Н}; a = 0,1 \text{ м}; h = 0,5 \text{ м.}$$

$$\tau_B = \frac{\sqrt{2} \cdot 17500}{2 \cdot 0,1 \cdot 0,0005} = 245000000 \text{ Па} = 245 \text{ МПа}$$

7. Межа міцності при стисканні: ($\sigma_{ст}$)

Для визначення межі міцності при стисканні застосовуємо формулу:

$$\sigma_{ст} = \frac{P_{max}}{S} \quad (4.10)$$

де: P_{max} - максимальне зусилля, що відповідає руйнуванню зразка, кН (кгс);

S- Площа початкового поперечного перерізу зразка, м² (см²).

$$P_{max} = 240,1 \text{ кН}$$

$$S = 0,0025 \text{ м}^2$$

$$\sigma_{ст} = \frac{240100}{0,0025} = 96,04 \text{ МПа}$$

Аналогічним чином проводимо дослідження зразка контейнера від польського виробника «SPLAST». Результати досліджень заносимо у таблицю.

4.7 Оцінка рівня якості продукції

Таблиця 4.3 –Порівняння якості продукції із пластмаси

№	Найменування показника	Формула	Одиниця вимірювань	Розрахункове значення показників	Значення базового показника	Рівень якості
1	Випробування на статичний вигин	$s_f = \frac{3F \cdot L_y}{2bh^2}$	МПа	115,24	117,6	0,979
2	Густина	$\rho_t = M/V$	г/см ³	1,372	1,4	0,98
3	Ударна в'язкість по Шарпі	$\alpha_n = \frac{A_n}{b \cdot s} \cdot 10^3$	кгс·см/см ²	8,624	8,8	0,98
4	Водопоглинання	$x = m_2 - m_1$	Мг	182,28	186	0,98
5	Ударна в'язкість по Ізоду	$a=A/b$	Дж/мм	0,0735	0,075	0,98
6.	Міцність при зсуві у площині листа	$\tau_B = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{P_{max}}{a \cdot h}$	МПа	245	250	0,98
7.	Межа міцності при стисканні	$\sigma_{сж} = \frac{P_{max}}{S}$	МПа	96,04	98	0,98
	Разом по виробу					0,979

Аналізуючи таблицю, можна дійти висновку, що зразок контейнера для зберігання «Долоні», який ми взяли з метою оцінки рівня якості, лише небагато програє польському аналогу від виробника «SPLAST», а за ціною виграє практично у 2 рази (190 грн проти 360 грн для контейнерів аналогічного об'єму).

Також потрібно зазначити, що існують методи підвищення якості виробів із пластмас, за рахунок яких можна проаналізувати інсуючі дефекти та недоліки готових виробів та за рахунок корегуючих дій у процесі виробництва покращити якість продукції.

5 ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИРОБІВ ІЗ ПЛАСТМАСИ ВИГОТОВЛЕНИХ МЕТОДОМ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ

Проблеми якості у відлитих виробах можуть бути у вигляді незначних дефектів поверхні та більш серйозних проблем, які можуть вплинути на безпеку, продуктивність та функціональність виробу. Вони можуть бути викликані проблемами, пов'язаними з процесом формування, використанням матеріалів, конструкцією інструментів чи комбінацією всіх трьох факторів.

Але як і будь-які проблеми з якістю, знання того, як виникають дефекти лиття – це половина боротьби за успіх. Розглянемо найпоширеніші дефекти якості щодо лиття під тиском, що їх викликає і що можна зробити, щоб уникнути їх.

5.1 Дефекти лиття часто спричинені проблемами технологічного процесу.

Лінії потоків

Потоки часто виглядають як хвилясті малюнки, трохи іншого кольору, ніж навколишня область, і зазвичай більш вузьких ділянках формується компонента. Вони можуть бути кільцеподібними смугами на поверхні виробу біля точок входу форми або «воріт», через які протікає розплавлений матеріал. Лінії потоків зазвичай не впливають на цілісність компонента. Однак, вони можуть бути непривабливими та неприйнятними, якщо їх можна знайти у певних споживчих продуктах, наприклад, сонцезахисних окулярах високого класу.



Рисунок 5.1 - Лінії потоків на деталі з пластику

Причини та засоби усунення таких ліній

Потоки найчастіше є результатом коливань швидкості охолодження матеріалу, оскільки він протікає у різних напрямках у всій формі. Відмінності в товщині стінок можуть викликати охолодження матеріалу з різною швидкістю, залишаючи за собою лінії потоку. Наприклад, розплавлений пластик дуже швидко охолоджується під час процесу упорскування і сліди потоку помітні, коли швидкість введення надто повільна. Пластик стає частково твердим та клейким при одночасному заповненні форми, викликаючи появу хвилястого малюнка.

Ось кілька поширених способів усунення такого дефекту:

1. збільшити швидкість введення, тиск та температуру матеріалу, щоб матеріал заповнив форму перед охолодженням
2. зроби кути форми більш круглими, де товщина стінки збільшується, щоб забезпечити постійний потік матеріалу та запобігти появі потоків
3. перемістити входи/виходи прес-форми для створення більшої відстані між ними та теплоносієм, щоб запобігти ранньому охолодженню матеріалу

4. збільшити діаметр упорскування, щоб підвищити швидкість подачі та запобігти ранньому охолодженню

Викривлення (скручування)

Викривлення - це деформація, яка може статися у виробках із лиття під тиском, коли різні частини компонента стискаються нерівномірно. Так само, як деревина може викривлятися при нерівномірному висиханні, пластик та інші матеріали викривляються в процесі охолодження, коли нерівномірне занурення створює надмірну напругу на різних ділянках деталі, що формується. Ця надмірна напруга призводить до згинання або скручування готової деталі при охолодженні. Це видно у частині, яка повинна лежати рівно, але залишає проміжок, коли кладеться на рівну поверхню.

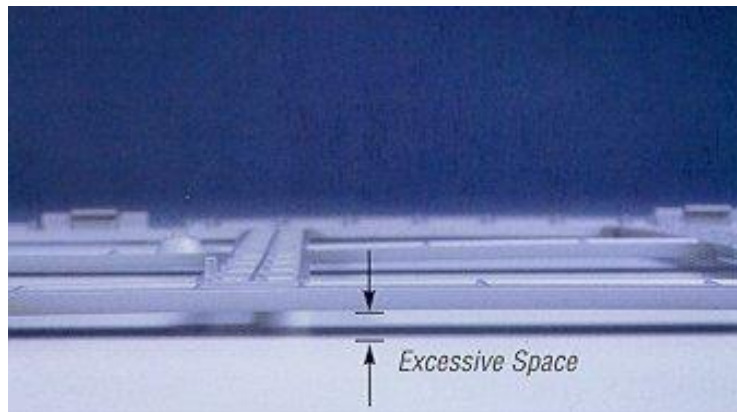


Рисунок 5.2 - Викривлення деталі з пластику

Причини та запобігання викривленню у відлитих деталях

Однією з головних причин викривлення пластику та подібних матеріалів для лиття є те, що охолодження відбувається надто швидко. Часто надмірна температура або низька теплопровідність розплавленого матеріалу можуть погіршити проблему. З іншого боку, конструкція прес-форми може сприяти викривленню, коли стінки форми не мають однакової товщини - усадка збільшується з товщиною стінок. Ось кілька поширених способів як можна уникнути скривлень у ваших деталях:

1. переконатися, що процес охолодження є поступовим і досить тривалим, щоб запобігти нерівномірній напрузі матеріалу

2. зменшити температуру матеріалу або форми
3. перейти на матеріал, який менше стискається при охолодженні (наприклад, термопласти, наповнені частинками, стискаються набагато менше ніж напівкristалічні матеріали)
4. переробити форму, щоб вона була з рівномірною товщиною стінок та симетрією деталі, щоб забезпечити більшу стійкість деталі при охолодженні

Лінії спайки

Лінії спайки можуть з'являтися на поверхні відлитої частини, де розплавлений матеріал сходився після розщеплення на два або більше напрямки прес-форми. Лінія спайки, що нагадує волосся, є результатом слабкого зв'язування матеріалу, знижує міцність деталі.

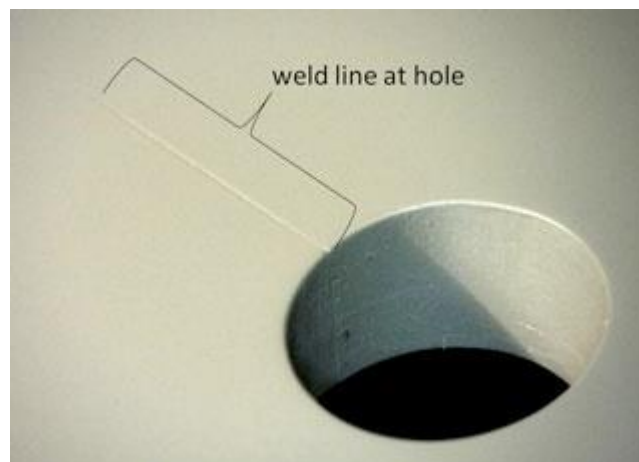


Рисунок 5.3 - Лінії спайки на деталі з пластику

Загальні причини ліній спайки та способи їх запобігання

Для двох (і більше) потоків полімерного або іншого розплавленого матеріалу слід підтримувати певну температуру при зіткненні. В іншому випадку вони частково тверднуть і не достатньо зв'язується там, де зустрічаються, в результаті чого утворюються шви. Поширені такі методи, щоб уникнути ліній спайки у відлитої деталях:

1. підвищуйте температуру матеріалу для запобігання частковому затвердінню

2. збільшити швидкість введення та тиск, щоб обмежити охолодження до того, як матеріал заповнить форму

3. переробити форму для усунення перегородок
4. обрати матеріал з низькою температурою плавлення або в'язкістю, щоб забезпечити швидший потік і запобігти ранньому охолодженню

Бризки

Бризки можуть виникнути, коли в порожнину форми введено початковий «потік» розплавленого матеріалу, який починає тверднути до заповнення порожнини. Бризки часто з'являються у вигляді чіткої лінії на поверхні готового виробу, що йдуть від початкового входу. Ці видимі потоки можуть призвести до слабкості виробу.

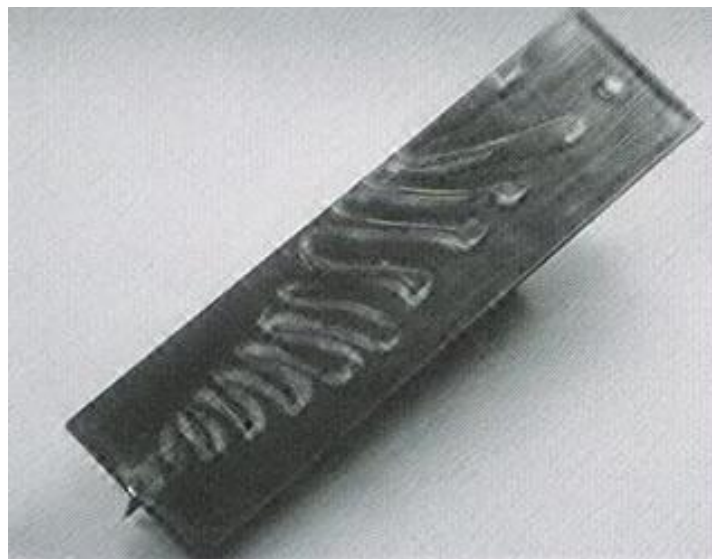


Рисунок 5.4 - Бризки на деталі з пластику

Причини та методи запобігання бризкам у відлитих деталях

Основна причина бризок - надлишковий тиск упорскування. Коли розплавлений полімер або інший матеріал упорскується через невеликий вхід під високим тиском, він часто швидко просочується через вхід, а не заповнює порожнину форми поступово. Коли цей початковий струмінь матеріалу охолоджується до стінок прес-форми і починає твердіти, залишки розплавленого матеріалу штовхають її, залишаючи відбитки на поверхні готової деталі. Уникайте бризок у відлитих деталях:

1. зменшити тиск упорскування для запобігання швидкому всмоктування матеріалу в порожнину форми

2. підвищити температури матеріалу та форми для запобігання ранньому затвердінню початкового струменя матеріалу
3. розробити форму з входом, розташованим таким чином, щоб матеріал направлявся по всій формі, а не по довжині

5.2 Дефекти, як правило, пов'язані з використанням або зберіганням матеріалів

Дефекти лиття під тиском часто можуть виникати через матеріал або те, як виробник зберігає та обробляє матеріал перед виробничим процесом. Ці дефекти можуть змінюватись від незначних естетичних проблем до погіршення міцності готового компонента. Також можуть виникнути серйозні проблеми безпеки залежно від наміру застосовувати продукт.

Вицвітання/втрата кольору

Втрата кольору виникає, коли відлита деталь має інший колір, ніж має. Часто знебарвлення обмежується локалізованою областю чи кількома смужками ненормального кольору на відлитій частині. Цей дефект зазвичай впливає зовнішній вигляд деталі, не знижуючи її міцності.

Причини знебарвлення у відлитих виробах та способи їх уникнення

Найпоширенішою причиною знебарвлення є залишки гранул або смоли в соплі або прес-формі попереднього виробництва. Погана термостабільність барвника або неправильне перемішування є ще одними причинами. Використовуйте такі заходи, щоб обмежити ризик втрати кольору у відлитих продуктах:

1. переконатися, що працівники належним чином очищають сопло та прес-форми між виробничими процесами, щоб усунути залишки гранул або основного матеріалу
2. для видалення зайвого кольору з машини використовувати продувну суміш

3. переконатися, що постачальник використовує кольорову речовину з достатньою термостійкістю
4. переконатися, що суміш рівномірно змішана

Розшарування

Якщо ви виявили, що тонкі шари на поверхні відлитої деталі легко відокремлюються або відшаровуються від основного матеріалу, тоді ви бачите дефект лиття, який називають розшаруванням. Розшарування – це дефект, який характеризується лущенням поверхневого шару. Зазвичай це розцінюється як серйозний дефект, оскільки він зменшує міцність компонента.

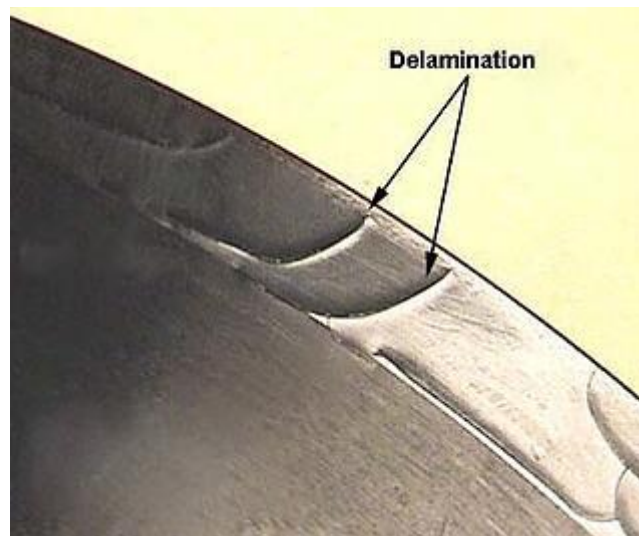


Рисунок 5.5 - Розшарування на деталі з пластику

Причини та запобігання розшарування під час лиття під тиском

Найчастішою причиною відшарування є забруднення полімерів чи інших основних матеріалів стороннім матеріалом. Клейкий поділ призводить до того, що два матеріали не можуть належним чином зв'язатися один з одним.

Крім матеріалу, забруднювачем також може бути будь-яка надлишкова речовина, якою покривають форму, для більш легкого відділення компонентів. Надлишок вологи на матеріалі через неправильне висихання перед використанням також може призвести до розшарування.

Дії для запобігання цьому дефекту:

1. підвищити температуру форми або попередньо висушити матеріал належним чином, якщо зайва волога є проблемою
2. переконатися, що працівники належним чином зберігають та обробляють гранули полімерів або основний матеріал для запобігання забрудненню.
3. внесити зміни до конструкції форми з акцентом на сопло, щоб обмежити свою залежність від матеріалів, що вивільняються.

5.3 Дефекти лиття під тиском, викликані поганим дизайном або технічним обслуговуванням

Дефекти можуть бути виявлені у відлитих виробах через проблеми із самим інструментом для виливки форми. Певні дефекти, можливо, можуть виникнути, коли прес-форма погано зроблена. Особливо в останньому випадку ці дефекти можуть бути важкими або дорогими для усунення майбутніх виробничих процесів, коли необхідно повністю капітально відремонтувати форму.

Недолив

Недолив матеріалу виникає, коли потік розплавленого матеріалу не повністю заповнює порожнини в прес-формі. В результаті виходить, що відлитий компонент є неповним після охолодження. Недолив може виглядати як відсутній зубець на пластиковій вилці. Цей дефект класифікується як значний, який може впливати на функціонування або зовнішній вигляд відливої деталі.

Причини та методи запобігання недоливу у відлитих виробах

Найчастішою причиною недоливу є обмеження потоку внаслідок вузьких чи заблокованих виходів. Іноді матеріал занадто в'язкий або прес-форма занадто холодна, щоб дозволити розплавленому матеріалу повністю заповнити форму перед охолодженням. З іншого боку захоплені повітряні

кишені можуть перешкоджати правильному потоку, також тиск упорскування може бути недостатнім. Корегуючі дії:

1. переробити прес-форму з ширшими каналами або впорскування для кращого потоку
2. збільшити швидкість або тиск для впорскування або виберіть тонкий основний матеріал для покращення потоку
3. підвищити температуру прес-форми, щоб запобігти надто швидкому охолодженню матеріалу
4. додати додаткові канали охолодження або збільшіть отвори у формі, щоб уникнути захоплення повітря

Облой

Облой також називають «задиркою» - це надлишок формуючого матеріалу, який виглядає у вигляді тонкої губи або виступу на краю компонента. Облом з'являється через те, що матеріал витікає за межі передбачених каналів потоку і в простір між інструментальними пластинами або у виштовхувача. Він зазвичай тонкий, але можна вважати значним дефектом, якщо він особливо очевидний на виробі. Процес переробки відлитого виробу часто включає в себе обрізку зайвого матеріалу.



Рисунок 5.6 - Облой на деталі з пластику

Загальні причини появи облоїв та запобігання їх у відлитої виробів

Неправильно сконструйована чи зношена прес-форма є найпоширенішим чинником появи облоїв. Надмірно висока температура форми або тиск упорскування також можуть створити задирки. Матеріал, що протікає через порожнини форми, може просуватися між плитами, коли сила затискача пластини недостатня. Для запобігання задиркам у відлитої виробів:

1. змінити прес-форму, якщо плити не збігаються належним чином або дозволяють матеріалу витікати за межі каналу
2. збільшити силу затискача плити, щоб забезпечити потік матеріалу до каналу
3. відрегулювати температуру форми, тиск і вентиляцію, щоб покращити проток матеріалу

Таким чином, виробництво із застосуванням лиття під тиском зазвичай потребує значних передових інвестицій у обладнання.

Досліджені дефекти які виникають у процесі виготовлення виробів із пластмас методом лиття під тиском та причин їх виникнення

Серед розглянутих дефектів та причин їх виникнення перше місце за розповсюдженістю займають помилки при проектуванні та виготовленні пресформ. Дефекти, викликані невирним помилками при виробництві пресформи дуже складно виправити.

Саме тому особливо важливо спроектувати прес-форму правильно вперше, а чи не переробляти після виявлення серйозних дефектів. Дефекти, пов'язані з процесом лиття або матеріалом, вирішуються легше та дешевше. Але незалежно від причини, дефекти у відлитої виробів можуть сильно зашкодити репутації виробника и зменшити його конкурентоспроможність на ринку.

ВИСНОВКИ

Розвиток виробництва полімерних матеріалів, особливо таких що володіють новими властивостями, дозволяє підвищити якість продукції що випускається, знизити її масу і матеріаломісткість, отримати велику економію цінних натуральних продуктів, забезпечити зниження собівартості готових виробів, розширити асортимент і збільшити об'єм виробництва товарів народного споживання.

Багатофункціональність полімерних матеріалів обумовлена комплексом корисних властивостей, широким інтервалом показників по кожній властивості. Оцінюючи полімери, враховують фізичні, хімічні і біологічні властивості, по сукупності яких судять про їх функціональні, ергономічні та естетичні характеристики та надійність.

Таким чином, пластмаси є одним із розповсюдженіших конструкційних матеріалів у світі, вони можуть мати різні властивості в залежності від будови макромолекул, способу виготовлення або виду наповнювача

В роботі проведений аналіз найбільш розповсюджених способів виготовлення виробів із пластмаси – це каландрування (вальцювання), екструзія та лиття під тиском. Використання того чи іншого способу виробництва залежить від виду одержуваної продукції. Так, листові матеріали формуються зазвичай на каландрах, труби та погонажні профільні вироби екструдують, окремі деталі в основному формують литтям під тиском

У якості досліджуваних виробів з пластмаси у роботі обрані контейнери для зберігання речей від українського виробника «Долоні» та аналогічний від польського виробника «SPLAST».

Встановлено що даний тип продукції у промислових масштабах виготовляється в зикористанням методу лиття під тиском.

В роботі проведено дослідження на приналежність аналізуємих виробів до типу пластмаси за зовнішніми ознаками та за пробами на нагрівання і

горіння. В результаті дослідження зроблений висновок, що обидва досліджувані зразки виготовлені із поліпропілену.

Обрано сім основних показників якості виробів із пластмаси: випробування на статичний вигин, густина, ударна в'язкість по Шарпі, водопоглинання, ударна в'язкість по Ізоду, міцність при зсуві у площині листа, межа міцності при зсуві.

Проведено випробування зразків пластмаси з обраних виробів за кожним з перелічених показників.

Аналізуючи отримані результати випробувань, можна дійти висновку, що зразок контейнера для зберігання «Долоні», який ми взяли з метою оцінки рівня якості, лише небагато програє польському аналогу від виробника «SPLAST», а за ціною виграє практично у 2 рази (190 грн проти 360 грн для контейнерів аналогічного об'єму).

Існують методи підвищення якості виробів із пластмас отриманих методом лиття під тиском, за рахунок яких можна проаналізувати існуючі дефекти та недоліки готових виробів та за рахунок корегуючих дій у процесі виробництва покращити якість продукції.

В роботі досліджені дефекти які виникають у процесі виготовлення виробів із пластмас методом лиття під тиском та причин їх виникнення

Серед розглянутих дефектів та причин їх виникнення перше місце за розповсюдженістю займають помилки при проектуванні та виготовленні пресформ. Дефекти, викликані невирним помилками при виробництві пресформи дуже складно виправити.

Саме тому особливо важливо одразу вірно спроектувати прес-форму, а не переробляти її після виявлення серйозних дефектів.

Дефекти, пов'язані з процесом лиття або матеріалом, вирішуються легше та дешевше. Але незалежно від причини, дефекти у відлитих виробах можуть сильно зашкодити репутації виробника и зменшити його конкурентоспроможність на ринку.

СПИСОК ВИКОРАСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Брик М.Т., Ліпатова Т.е. Фізико-хімія багатокомпонентних полімерних систем. Київ, Наукова думка, 1986.
2. Шаргородський А.М., Журкін Ю.М., Богданов В.В. Підготовка та змішування композицій/За ред. В.А. Брагінського. -Київ, 2005. -79с.
3. Шембель А.С., Антіпіна О.М. Збірник завдань та проблемних ситуацій за технологією переробки пластмас. -Л.: Хімія, 1990. -272с.
4. Абрамова О. В. Управління якістю: класифікація витрат для забезпечення системи якості / О. В. Абрамова // Бізнесінформ. – 2011. – №6. – С. 82-85.
5. Анісімова Л. Удосконалення систем менеджменту якості в умовах глобалізації ринку / Л. Анісімова // Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Економіка. – 2009. – № 110. – С. 30-37.
6. Бойчик І.М. Економіка підприємства: Навч. посібник (рекомендован. Міносвіти) – К. : Атіка, 2004 – 480 с.
7. Боднар Н.М. Економіка підприємства: Навч. посіб. – 2-ге вид., доп. – К. : А.С.К., 2005. – 400 с.
8. Березін О. В. Продовольчий ринок України: теоретико-методологічні засади формування розвитку: монографія / О.В. Березін. – К. : ЦУЛ, 2008. – 184 с.
9. Герасимов Б. И. Управление качеством продукции: генезис теории и практики системного подхода / Б. И. Герасимов, А. Л. Денисова, Е. В. Зайцев, Г. И. Берстенов – М. : Машиностроение, 2008. – 116 с.
10. Гольцев Д. Г. Сутність та маркетинговий підхід до поняття «якість» у системі управління якістю / Д. Г. Гольцев // Актуальні проблеми економіки. – 2009. – №3. – С. 79-87.
11. Драган О. І. Управління конкурентоспроможністю підприємств: теоретичні аспекти: монографія / О.І. Драган. – К.: ДАКККіМ, 2006. – 160 с.

12. Друзюк В. Система управління якістю – інвестиція в майбутнє / В. Друзюк // Стандартизація. Сертифікація. Якість. – 2009. – №1. – С. 51-53.
13. Артюх Т. М., Григоренко І. В. Теоретичні основи товарознавства : навч. посіб. Київ : НУХТ, 2014. 263 с. URL: <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/73.24.pdf> (дата звернення: 16.01.2020).
14. Бавико О. Є. Експертиза товарів : конспект лекцій. Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2016. 130 с.
15. Бардаш М. С., Хоменко О. І. Асортиментна політика підприємства та шляхи її вдосконалення. Ефективна економіка. 2016. № 11. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5288> (дата звернення: 04.05.2019).
16. Білецький Е. В., Янушкевич Д. А., Шайхлісламов З. Р. Управління якістю продукції та послуг : навч. посіб. Харків : ХТЕІ, 2015. 222 с.
17. Біловодська О. А., Клісінські Я. С., Молибог М. А. Пакування в процесі інноваційної діяльності як складова управління розподілом товарів. Маркетинг і менеджмент інновацій. 2016. № 4. С. 31–42.
18. Бондарчук М. Є. Товарознавство (Теоретичні основи товарознавства) : конспект лекцій. Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2017. 114 с. URL: http://elibrary.donnuet.edu.ua/1430/1/Bondarchuk_KL_2017_11.pdf (дата звернення: 10.01.2020).